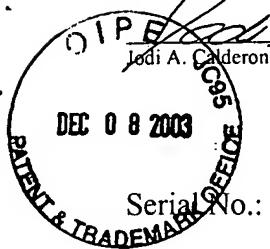


10647648

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:
Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date specified below.



Date: 12-3-03 | 12-08-03

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Serial No.: 10/647,648

Examiner: (not yet assigned)

Filing Date: August 25, 2003

Art Unit: 1725

Inventor: Uhl et al.

Attorney Docket No. 127.015

Invention: *Electric Heating for Motor Vehicles*

SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Arlington, VA 22313-1450

Sir:

The above-captioned patent application claims foreign priority under 35 U.S.C. §119(b) on European Patent Application No. 02019707.5 (the priority document), filed on September 2, 2002. A certified copy of the priority document is submitted herewith in order to perfect the claim for priority.

This certified copy of the priority document is submitted prior to the payment of the issue fee and, therefore, no fee is due at this time. See 37 CFR §1.55(a)(2). However, the Director is hereby authorized to charge payment of any additional fee(s) associated with this or any other communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 50-1170, if necessary.

Respectfully submitted,


Timothy E. Newholm
Registration No. 34400

Dated: December 3, 2003

Customer Account No. 23598
BOYLE, FREDRICKSON, NEWHOLM,
STEIN & GRATZ, S.C.
250 Plaza, Suite 1030
250 East Wisconsin Avenue
Milwaukee, WI 53202
Telephone: (414) 225-9755
Facsimile: (414) 225-9753

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
999
1000



Eur päisch s
Patentamt

Eur pean
Patent Office

Office européen
des brevets



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02019707.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts:
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

1970-1971 - 1972-1973



Anmeldung Nr:
Application no.: 02019707.5
Demande no:

Anmelde tag:
Date of filing: 02.09.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Catem GmbH & Co.KG
Gewerbepark West 16
76863 Herxheim bei Landau/Pfalz
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Elektrische Heizung für Kraftfahrzeuge

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B60H/

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR



GRÜNECKER KINKELDEY STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER

ANWALTSSOZIETÄT

EPO - Munich
67
02 Sep. 2002

GKS & S MAXIMILIANSTRASSE 58 D-80538 MÜNCHEN GERMANY

RECHTSANWÄLTE
LAWYERS

MÜNCHEN
DR. HELMUT EICHMANN
GERHARD BARTH
DR. ULRICH BLUMENRÖDER, LL.M.
CHRISTA NIKLAS-FALTER
DR. MAXIMILIAN KINKELDEY, LL.M.
DR. KARSTEN BRANDT
ANJA FRANKE, LL.M.
UTE STEPHANI
DR. BERND ALLEKOTTE, LL.M.
DR. ELVIRA PFRANG, LL.M.
KARIN LOCHNER
BABETT ERTLE

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MÜNCHEN
DR. HERMANN KINKELDEY
PETER H. JAKOB
WOLFHARD MEISTER
HANS HILGERS
DR. HENNING MEYER-PLATH
ANNELE EHNOLD
THOMAS SCHUSTER
DR. KLARA GOLDBACH
MARTIN AUFENANGER
GOTTFRIED KLITZSCH
DR. HEIKE VOIGELSGANG-WENKE
REINHARD KNAUER
DIETMAR KÜHL
DR. FRANZ-JOSEF ZIMMER
BETTINA K. REICHELT
DR. ANTON K. PFAU
DR. UDO WEIGELT
RAINER BERTRAM
JENS KOCH, M.S. (U of PA M.S.)
BERND ROTHÄMEL
DR. DANIELA KINKELDEY
DR. MARIA ROSARIO VEGA LASO
THOMAS W. LAUBENTHAL
DR. ANDREAS KAYSER
DR. JENS HAMMER
DR. THOMAS EICKELKAMP

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

BERLIN
PROF. DR. MANFRED BÖNING
DR. PATRICK ERK, M.S. (MIT)
KÖLN
DR. MARTIN DROPMANN
CHEMNITZ
MANFRED SCHNEIDER

OF COUNSEL
PATENTANWÄLTE

AUGUST GRÜNECKER
DR. GUNTER BEZOLD
DR. WALTER LANGHOFF
DR. WILFRIED STOCKMAIR
(-1996)

IHR ZEICHEN / YOUR REF.

UNSER ZEICHEN / OUR REF.

EP 25266 - 573/Sch.

DATUM / DATE

02.09.2002

**Catem GmbH & Co. KG
Gewerbeplatz West 16
76863 Herxheim bei Landau/Pfalz**

Elektrische Heizung für Kraftfahrzeuge

GRÜNECKER KINKELDEY
STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER
MAXIMILIANSTR. 58
D-80538 MÜNCHEN
GERMANY

TEL. +49 89 21 23 50
FAX (GR 3) +49 89 22 02 87
FAX (GR 4) +49 89 21 86 92 93
<http://www.grunecker.de>
e-mail: postmaster@grunecker.de

DEUTSCHE BANK MÜNCHEN
No. 17 51734
BLZ 700 700 10
SWIFT: DEUT DE MM

Elektrische Heizung für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Heizvorrichtung zur Lufterwärmung, die sich insbesondere für den Einsatz als elektrische Zusatzheizung in Kraftfahrzeugen eignet.

Für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, insbesondere solchen mit verbrauchsoptimierten Motoren, werden elektrische Heizvorrichtungen zur Beheizung des Innenraums und/oder des Motors verwendet. Eine elektrische Zusatzheizung ist insbesondere nach dem Starten des Motors erforderlich, solange der Verbrennungsmotor noch keine ausreichende Wärmeenergie zur Verfügung stellt. Verbrauchsoptimierte Verbrennungsmotoren erfordern sogar grundsätzlich den Einsatz elektrischer Zusatzheizer.

Der Einsatz solcher Heizvorrichtungen ist jedoch nicht auf den Kraftfahrzeugsbereich beschränkt, sie sind auch für eine Vielzahl anderer Einsatzzwecke geeignet, beispielsweise im Bereich von Hausinstallationen (Raumklimatisierung), Industrieanlagen u.dgl.

Aus EP-A2-0 902 311 ist eine elektrische Heizvorrichtung für Kraftfahrzeuge bekannt. Die beschriebene Heizvorrichtung umfasst mehrere zu einem Heizblock zusammenge setzte Heizelemente. Der Heizblock wird zusammen mit einer Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Heizelemente in einem gemeinsamen Rahmen gehalten. Die Steuervorrichtung bildet so mit dem in dem Rahmen gehaltenen Heizblock eine bauliche Einheit. Die Steuervorrichtung umfasst eine Leistungselektronik mit elektronischen Schaltern, die jeweils mit einem Kühlkörper versehen sind. Die Steuervorrichtung ist so angeordnet, dass ein Teil des zu erwärmenden Luftstroms die Steuervorrichtung, insbesondere die Kühlelemente, zur Kühlung der elektronischen Schalter anströmt.

Die elektronischen Schalter, insbesondere in Form von Leistungstransistoren, die den Strom steuern, der den Heizelementen zugeführt wird, sind mit einer Seite direkt auf einer Leiterplatte montiert. Zur Abführung der von den Leistungstransistoren erzeugten Verlustwärme ist auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte ein Kühlelement oder -blech vorgesehen. Um den Wärmeübergang zwischen Transistor und Kühlelement

durch die Leiterplatte hindurch zu verbessern, ist die Leiterplatte im Bereich zwischen dem Transistor und dem Kühlelement mit einer Vielzahl von Durchkontaktierungen versehen. Nachteilig an dieser bekannten Vorgehensweise ist, dass die Wärmeleitfähigkeit dieser Durchkontaktierungen nicht ausreicht, um die Verlustwärme abzuleiten. Obwohl diese Durchkontaktierungen in einem Bereich von in etwa 1 cm^2 unter dem Leistungstransistor vorgesehen sind, kann mit ihnen die Verlustwärme in einer Größenordnung von über/mehr als 6 Watt nicht zu den Kühlelementen geleitet werden.

Aus EP-A- 1 157 867 ist eine elektrische Heizvorrichtung bekannt, bei der ebenfalls das Heizregister und die elektrische Steuervorrichtung in einer baulichen Einheit integriert sind. Die Leistungstransistoren der Steuereinheit sind direkt auf der Leiterplatte angeordnet und werden auf ihrer Unterseite über eine in der Leiterplatte vorgesehene Bohrung von einem Kühlelement kontaktiert. Ein solches Kühlelement, das direkt den Leistungstransistor kontaktiert, kann die Verlustwärme des Leistungstransistors auf einfache Weise und in ausreichender Menge abführen.

Nachteilig an dieser Heizvorrichtung ist jedoch die Klemmbefestigung des Kühlelementes an dem Transistor. Fahrzeugvibrationen können sich negativ auf die Befestigung des Kühlelementes auswirken, so dass eine effektive Wärmeübertragung vermindert wird. Zudem ist die Klemmung nicht in der Lage, Unebenheiten in der Anlagefläche von Transistor und der Oberfläche des durch die Leiterplatte ragenden Zapfenelementes auszugleichen. Dadurch wird der Wärmeübergang unkalkulierbar beeinträchtigt, und die Anlagefläche ist nicht in der Lage, die Verlustwärme vom Leistungstransistor über die gesamten Transistorfläche gleichmäßig abzuleiten.

Alternativ können der Transistor und das Kühlelement an der Anlagefläche miteinander verlötet werden. Mit dieser Befestigung kann die Klemmung entfallen und gleichzeitig kann ein zuverlässig hoher Wärmeübergangswert an der Anlagefläche von Transistor und der Oberfläche des durch die Leiterplatte ragenden Zapfens des Kühlelements sichergestellt werden. Nachteilig an einer solchen Befestigung ist die aufwändige Herstellung. Die Leistungstransistoren sind wegen ihrer im Vergleich zu den Kühlkörpern sehr viel geringeren Masse einer besonders hohen thermischen Belastung bei einem solchen Herstellungsvorgang ausgesetzt. Die hohe Masse des Kühlkörpers erfordert, dass die Steuerschaltung während des Lötvorgangs über einen sehr viel längeren Zeit-

raum als herkömmlich auf der Löttemperatur gehalten werden muss, um auch den ganzen Kühlkörper auf die entsprechende Temperatur aufzuheizen. Beim Lötvorgang wird die Steuerschaltung mit den Leistungstransistoren und den Kühlkörpern einer Temperatur von ca. 230°C ausgesetzt. Aufgrund seiner geringen Masse nimmt der Leistungstransistor sehr schnell die Umgebungstemperatur an. Die Zeitdauer, bis sich der Kühlkörper entsprechend aufgeheizt hat, überschreitet jedoch im allgemeinen die zulässige Höchstdauer, der die Leistungstransistoren einer solchen Temperatur ausgesetzt werden dürfen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine einfache herzustellende Heizvorrichtung mit ausreichender Abfuhr der Verlustwärme anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist das Kühlelement zweiteilig ausgebildet, nämlich aus einem Wärmeleitelement und einem mit dem Wärmeleitelement verbindbaren Kühlkörper. Durch die zweiteilige Ausbildung des Kühlelementes sind die Parameter beider Teile separat einstellbar. Insbesondere ist die Größe, die thermische Masse, die Form und das Material beider Teile individuell auswählbar, so dass bei richtiger Parameterauswahl die Herstellungskosten deutlich reduziert werden können.

Durch die Zweiteilung können beide Teile des Kühlelementes zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Herstellungsprozesses mit der Steuerschaltung verbunden werden. Dabei bleibt die insgesamt über das Kühlelement abführbare Wärmemenge im Vergleich zu einer einstückigen Ausgestaltung im wesentlichen unverändert. Durch die Erfindung lässt sich die thermische Masse des Kühlelementes in eine sehr kleine Komponente, das Wärmeleitelement, und eine große Komponente, den Kühlkörper aufteilen. Die kleine thermische Masse wird während des Herstellungsvorgangs jeweils mit den Transistoren verbunden. Ein Rückgriff auf besonders hitzeresistente Transistoren, wie herkömmlich erforderlich, kann dadurch vermieden werden. Die zweite Komponente mit der großen thermischen Masse kann anschließend gefahrlos mit der ersten Komponente verbunden werden. Auf diese Weise ist eine Heizvorrichtung deutlich einfacher und kostengünstiger herstellbar.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die beiden Komponenten des Kühlelementes miteinander verklebt. Auf diese Weise ist eine besonders wirksame und gut wärmeleitende Verbindung in einfacher Weise herstellbar.

Der zur Verklebung beider Komponenten verwendete Kleber bewirkt vorzugsweise außer der mechanisch festen und gut wärmeleitenden Verbindung eine elektrische Isolation beider Teile des Kühlelements, d.h. des Wärmeleitelementes und des Kühlkörpers. Dadurch kann gleichzeitig eine elektrische Isolation des Kühlkörpers von dem Wärmeleitelement erreicht werden, so dass die gewöhnlicherweise auch auf Pluspotential liegende Transistorunterseite nicht an von außen zugänglichen Teilen der Heizvorrichtung anliegt.

Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung liegt darin, dass unterschiedliche Materialien für beide Komponenten des Kühlelementes gewählt werden können. So kann beispielsweise für den Kühlkörper ein preiswerteres Material als für das Wärmeleitelement gewählt werden, da nur dann die Verlustwärme in ausreichender Menge abführbar ist, wenn diese über das Wärmeleitelement zum Kühlkörper geleitet werden kann. Auf diese Weise das Kühlelement insgesamt besonders kostengünstig herstellbar, ohne die abführbare Wärmemenge zu vermindern.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Wärmeleitelement aus Kupfer hergestellt. Kupfer, das eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweist, aber relativ teuer ist, muß daher nur an der für die Wärmeleitung besonders kritischen Stelle, nämlich für die Wärmeleitung vom Transistor durch die Platine zum Kühlkörper eingesetzt werden. Ein solches Wärmeleitelement aus Kupfer ist beispielsweise als Pressteil oder Sinterteil besonders preisgünstig herstellbar.

Gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist der Kühlkörper aus Aluminium hergestellt. Aufgrund der großen Kühlkörpermasse wirkt sich die Wahl eines kosten-günstigeren Materials besonders vorteilhaft auf die Gesamtherstellungskosten aus. Zudem kann der Kühlkörper dadurch selbst kostengünstig als Stanz-Biege-Teil produziert werden.

Es ist daher ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung, dass die zweiteilige Ausbildung des Kühlelementes eine besonders einfache Herstellung jeder der Komponenten

ermöglicht, so dass die Herstellungskosten gegenüber einer einteiligen Ausbildung deutlich reduziert sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind die in der Leiterplatte vorgesehene Öffnung und das Wärmeleitelement im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Eine solche Formgebung ermöglicht eine besonders kostengünstige Herstellung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kühlkörper einen im wesentlichen flachen Abschnitt auf, der an der Leiterplatte anliegt. Dieser Abschnitt ist mit einer Öffnung versehen, durch die ein Ende des Wärmeleitelementes ragt. Das Wärmeleitelement weist an einem durch den flachen Abschnitt des Kühlkörpers ragenden Ende zu mindest einen seitlichen Vorsprung auf, durch den der Kühlkörper mechanisch fixiert wird. Bei einer solchen Anordnung kann auf eine Verklebung des Kühlkörpers mit dem Wärmeleitelement verzichtet werden.

Vorzugsweise ist der seitliche Vorsprung zur Fixierung des Kühlkörpers als um das Ende des Wärmeleitelementes umlaufende Wulst ausgebildet. Mit einer solchen Wulst lässt sich eine besonders gute mechanische Fixierung des Kühlkörpers auf einfache Weise erreichen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung strömt die zu erwärmende Luft nicht die Steuervorrichtung als Ganzes an, sondern durch Fensteröffnungen kann der zur Kühlung der Leistungselektronik verwendete Luftdurchsatz gesteuert werden. Vorzugsweise sind die Fensteröffnungen so angeordnet, dass allein die Kühlrippen der Kühlkörper von Außenluft umströmbar sind. Auf diese Weise ist die zur Kühlung der Leistungselektronik verwendete Luftmenge so einstellbar, dass sie keine Zonen unterschiedlicher Temperatur im erwärmten Luftstrom auftreten, dass nämlich der Kühlluftstrom und der von den Radiatorelementen aufgeheizte Luftstrom in etwa dieselbe Ausgangstemperatur aufweisen. Auf diese Weise wird die Effektivität der gesamten Heizvorrichtung nicht durch den zur Kühlung der Steuerelektronik abgezweigten Luftstrom vermindert.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind innerhalb des Bereichs zwischen gegenüberliegenden Fensteröffnungen Mittel zur Beeinflussung des Luftstroms vorgesehen. Auf diese Weise kann der Luftstrom so gelenkt werden, dass er gezielt die Kühl-

einsetzbarer Kleber ist ein Acrylkleber. Der Vorteil dieser Kleber liegt insbesondere darin, dass keine planparallelen Flächen der Einzelteile, also des Wärmeleitelementes, des Kühlkörpers und der Leiterplatte, erforderlich sind, da Unebenheiten durch die Kleber ausgeglichen werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Wärmeleitelement so ausgebildet, dass seine Querschnittsfläche vom Transistor zum Kühlkörper zunimmt. Bei einer solchen Ausgestaltung kann mit minimalem Materialeinsatz ein größtmöglicher Effekt erzielt werden. Eine solche Gestaltung des Wärmeleitelementes berücksichtigt, dass sich die von dem Leistungstransistor erzeugte Verlustwärme in Form eines Wärmeleitkegels ausbreitet, wobei der Wärmeleitkegel mit seiner abgeflachten Spitze vom Halbleiterelement des Transistors ausgeht.

Bei einer besonders einfachen Ausgestaltung des Wärmeleitelementes ist dieses im wesentlichen zylindrisch geformt und vorzugsweise in einem in der Öffnung der Leiterplatte angeordneten Abschnitt mit einem kleineren Durchmesser als in einem aus der Leiterplatte herausragenden Abschnitt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Wärmeleitelementes ist der in der Öffnung der Leiterplatte angeordnete Abschnitt konisch ausgebildet. Eine solche Formgebung ermöglicht einen materialsparenden Einsatz und ein einfaches Einsetzen des Wärmeleitelementes in die Leiterplatte.

Zur besseren mechanischen Fixierung ist das Wärmeleitelement mit radialen Vorsprüngen versehen, die vorzugsweise vertikal ausgerichtet sind. Eine solche Ausgestaltung ermöglicht ein leichtes Einsetzen und gleichzeitig eine mechanische Fixierung des Wärmeleitelementes. Dazu ist der Durchmesser der Spitzen der radialen Vorsprünge leicht größer als der Innendurchmesser der Öffnung in der Leiterplatte. Auf diese Weise ist das Wärmeleitelement nach dem Einsetzen sofort in der Leiterplatte mechanisch fixiert.

Der Kühlkörper lässt sich besonders preisgünstig herstellen, wenn er einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. Ein erster Abschnitt des Kühlkörpers ist dazu vorzugsweise parallel zur Leiterplatte angeordnet und ein zweiter Abschnitt ragt senkrecht von dem ersten Abschnitt weg.

elemente der Leistungselektronik anströmt, um eine größtmögliche Erwärmung des Kühlstromes zu erreichen. Ein besonders vorteilhafte Variante lässt sich mit U-förmig ausgebildeten Kühlelementen erreichen, bei denen zusätzliche Luftleitelemente vorgesehen sein können, die zwischen die Schenkel der U-förmigen Kühlelemente ragen.

Eine weiter verbesserte Abführung von Verlustwärme lässt sich dann erreichen, wenn die Kühlung auch über die Bauelemente der Steuervorrichtung gelenkt wird. Dazu ist die Platine der Steuervorrichtung vorzugsweise nur einseitig mit Bauelementen bestückt. Auf diese Weise lässt sich ein besonders einfaches Anströmen der Bauelemente erreichen. Zudem ist eine solche Anordnung der Bauelemente auch aus fertigungstechnischen Gründen besonders vorteilhaft.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Platine senkrecht zur Rahmenebene des Heizblocks angeordnet. Eine solche Anordnung ermöglicht einerseits ein einfaches Anströmen der Bauelemente. Andererseits lässt sich auf diese Weise eine geringe Bautiefe der elektrischen Heizvorrichtung erreichen.

Um die Gefahr, die von einem auf elektrischen Potential liegenden Kühlkörper mit seinen von außen zugänglichen Oberflächen ausgeht, zu beseitigen, ist die Oberfläche des Kühlkörpers auf der Außenseite mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung versehen. Mit einer solchen Maßnahme kann auf einfache Weise ein elektrischer Kurzschluss, beispielsweise durch in den zu erwärmenden/erwärmten Luftstrom fallende Metallteile, verhindert werden.

Vorzugsweise ist der Kühlkörper nur in den Bereichen mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehen, die von außen zugänglich sind, insbesondere also den den Fensteröffnungen gegenüberliegenden Kühlrippen.

Bei einer Verklebung beider Komponenten des Kühlelementes können verschiedene Kleber vorteilhaft verwendet werden. Ein Epoxydharzkleber ermöglicht eine besonders feste Verbindung beider Komponenten, insbesondere auch dann, wenn das Kühlelement zusätzlich mit der Leiterplatte verklebt wird. Ein Silikonkleber kann unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten der verklebten Materialien ausgleichen. Ein weiterer vorteilhaft

Zur besseren mechanischen Fixierung des Kühlkörpers ist dieser mit Vertiefungen auf dem aus Leiterplatte herausragenden Ende versehen, die zur Aufnahme des Wärmeleitelementes dienen. Auf diese Weise kann der Kühlkörper gleichzeitig mechanisch auf der Leiterplatte fixiert werden, beispielsweise durch Verklebung, und so größeren mechanischen Belastungen aufnehmen, als bei alleiniger Verklebung mit dem Wärmeleitelement.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist für mehrere Leistungstransistoren mit einer entsprechenden Anzahl von Wärmeleitelementen ein gemeinsamer Kühlkörper vorgesehen. Ein solcher Kühlkörper ist in besonders einfacher Weise und kostengünstig herstellbar. Außerdem ist die Verlustleistung einzelner Leistungstransistoren besser abführbar, insbesondere dann, wenn die Leistungstransistoren eine ungleich Verlustleistung erzeugen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

Fig. 1a und 1b eine Aufsicht bzw. Seitenansicht einer erfindungsgemäßen elektrischen Heizvorrichtung zeigen,

Fig. 2 eine Detailansicht der mit Bauelementen bestückten Leiterplatte der Steuervorrichtung zeigt,

Fig. 3 eine Detailansicht des kastenförmig ausgebildeten Seitenholms und der in diesen einsetzbaren Steuervorrichtung zeigt,

Fig. 4 eine weitere Detailansicht des kastenförmig ausgebildeten Seitenholms und der in diesen einsetzbare Steuervorrichtung zeigt,

Fig. 5a, 5b und 5c Detailansichten weiterer Ausführungsformen zur Kühlung der Leistungstransistoren zeigen,

Fig. 6 eine vereinfachte perspektivische Detailansicht einer Realisierung einer weiteren Ausführungsform der Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 7a, 7b und 7c verschiedene Detailansichten des Aufbaus der Steuervorrichtung gemäß Fig. 6,

Fig. 8 eine Detailansicht der Steuervorrichtung mit einem Leistungstransistor und dem diesem zugeordneten Kühlelement zeigt,

Fig. 9 eine zu Fig. 8 alternative Ausgestaltung des Aufbaus des Kühlelementes zeigt,

Fig. 10 den vom Halbleiterelement des Leistungstransistors ausgehenden Wärmeableitkegel veranschaulicht,

Fig. 11 eine vorteilhafte Ausgestaltung des Aufbaus eines Wärmeleitelementes zeigt.

Fig. 12 und Fig. 13 zeigen eine vorteilhafte Ausgestaltung des Kühlkörpers.

In Fig. 1a ist eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen elektrischen Heizvorrichtung 1 gezeigt. Fig. 1b zeigt eine Aufsicht auf die elektrische Heizvorrichtung 1. Die elektrische Heizvorrichtung 1 enthält einen Heizblock, der aus einer Mehrzahl geschichteter oder gestapelter Heizelemente 2 besteht. Jedes Heizelement 2 besteht aus einem Widerstandsheizelement und benachbart dazu angeordneten Radiatoren oder Wärmeleitblechen. Als Widerstandsheizelemente werden vorzugsweise PTC-Elemente verwendet. Der Heizblock aus den Heizelementen 2 wird in einem Rahmen gehalten. Dieser Rahmen besteht aus gegenüberliegenden Längsholmen 3 und senkrecht dazu angeordneten Seitenholmen 4 und 5. Die Holmen des Rahmens sind entweder Metall oder aus Kunststoff gefertigt.

Während die Längsholme 3 im wesentlichen symmetrisch aufgebaut sind, unterscheiden sich die beiden Seitenholme 4 und 5 in der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

Im Gegensatz zum Seitenholm 4 ist der Seitenholm 5 als einseitig offener Kasten ausgebildet. Die Öffnung dieses kastenförmigen Seitenholms 5 liegt auf der den Heizelementen 2 gegenüberliegenden Seite des Seitenholms 5. In diesen Kasten ist eine Steuervorrichtung einsetzbar, die die Wärmeabgabe der einzelnen Heizelemente 2 durch Steuerung des den Heizelementen 2 zugeführten Stromes steuert. Die offene Seite des als Kasten ausgebildeten Seitenholms 5 wird nach dem Einsetzen der Steuerschaltung mit einem aufsteckbaren oder aufklipsbaren Deckel verschlossen.

Die Leiterplatte 10 der Steuervorrichtung ist nach dem Einsetzen vorzugsweise senkrecht zur Rahmenebene angeordnet, es ist jedoch auch eine parallele Anordnung möglich (nicht dargestellt).

Die Heizvorrichtung 1 wird über zwei Anschlussbolzen 8 mit Strom versorgt. Sie sind so ausgebildet, dass sie problemlos die geforderten Heizströme leiten können. Die Anschlussbolzen 8 ragen in der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform auf der Seite heraus, auf der der kastenförmige Seitenholm 5 offen ist.

Auf derselben Seite ist ein weiterer Steckersocket zur Ansteuerung der Steuervorrichtung vorgesehen, der in Fig. 1 nicht dargestellt ist.

Der Seitenholm 5 weist auf den Seiten, die in der Flächenebene des Rahmens liegen, Fensteröffnungen 7 auf. Diese Fensteröffnungen 7 sind so angeordnet, dass sie ebenfalls in dem zu erwärmenden Luftstrom liegen. Zwischen den sich gegenüberliegenden Fensteröffnungen 7 sind Kühllemente 6 angeordnet, die den Leistungselektronikbaulementen der Steuerschaltung zugeordnet sind. Beim Betrieb wird nicht nur der Heizblock aus den Heizelementen 2, sondern ebenfalls die Fensteröffnungen von zu erwärmender Luft durchsetzt.

Die Wahl der Größe der Fensteröffnungen 7 erlaubt, den Anteil der Luftmenge zu bestimmen, die an den Kühllementen 6 vorbeiströmt. Erfindungsgemäß wird der Luftdurchsatz so eingestellt, dass die durch den Heizblock gestromte Luft und die an den Kühllementen 6 vorbeigestromte Luft möglichst geringe Temperaturunterschiede aufweisen. Nur wenn die durch die Fensteröffnungen 7 gestromte Luft in ihrer Temperatur

der durch den Heizblock gestromten Luft möglichst nahe kommt, wird eine möglichst hohe Effizienz beim Betrieb der Heizvorrichtung erreicht.

Figur 2 zeigt eine Detailansicht der innerhalb des kastenförmig ausgebildeten Seitenholms angeordneten Steuervorrichtung. Auf einer Leiterplatte 10 ist neben den Leistungselektronikbauelementen 11 eine Steuerelektronik 12 vorgesehen. Die Steuerelektronik 12 bestimmt die von den Leistungselektronikbauelementen 11, insbesondere den Leistungstransistoren, an das diesen jeweils zugeordnete Heizelement 2 abzugebende Strommenge. Die Strommenge wird der Steuerschaltung von einem der Anschlussbolzen 8 über eine Leitungsschiene 13 zugeführt. Der Ausgang des Leistungstransistors 11 ist fest mit der Leiterplatte 10 verlötet und mit einem diesem Transistor zugeordneten Federelement 14 zur Weiterleitung des Stroms an das jeweilige Heizelement verbunden.

Die Federelemente 14 sind so auf der Leiterplatte angebracht, dass sie beim Zusammenstecken der Steuervorrichtung mit dem Heizblock mit in die Seitenholme 5 ragenden Anschlussfahnen der Heizelemente verbunden sind. Solche Anschlussfahnen 15 sind in den Figuren 3 und 4 zu erkennen.

In der dargestellten Ausführungsform werden die Anschlussfahnen 15 durch die Leiterplatte 10 hindurch in die Federelemente 14 gesteckt. Eine solche Anordnung erlaubt eine feste mechanische Fixierung der Leiterplatte 10 mit der Steuerelektronik in dem Rahmen. Gleichzeitig wird eine elektrische Kontaktierung mit den jeweiligen Heizelementen bewirkt.

Die Leiterplatte ist nur einseitig mit Bauelementen bestückt. Entsprechend der Anzahl von Heizstufen weist die Leiterplatte waagerecht auf dieser befestigte Leistungstransistoren 11 auf. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind drei Heizstufen und dementsprechend drei Leistungstransistoren vorgesehen. Jeder Leistungstransistor 11 ist an seinem Ausgangsanschluss fest mit der Leiterplatte 10 verlötet.

Jeder der Leistungstransistoren ist zur Abführung der Verlustwärme mit einem Kühllement verbunden. Wie in den Figuren 2 und 6 dargestellt, weist das Kühllement 6 Kühlrippen auf, die in einer Ebene senkrecht zu der der Leiterplatte angeordnet sind. Die Kühlrippen werden vorzugsweise auf der nicht bestückten Seite der Leiterplatte ange-

ordnet. Zur Abführung der Wärme vom Transistor zum Kühlelement kontaktiert das Kühlelement den Transistor direkt. Eine solche Kontaktierung erfolgt erfindungsgemäß über eine unter dem Transistor angeordnete Öffnung.

Eine entsprechende Anordnung der Bauelemente von Transistor 11, Federelement 14 und Kühlelement 6 ist jeweils für jede Heizstufe auf der Leiterplatte vorgesehen.

Figur 3 zeigt eine Detailansicht des kastenförmig ausgebildeten Seitenholms 5 und der in diesen einsetzbaren Steuerschaltung. Der Seitenholm 5 ist auf einer Seite mit den Längsholmen 3 und dem Heizblock mit den Heizelementen 2 verbunden. Auf der Oberseite des Seitenholms 5 sind die fensterförmigen Öffnungen 7 zu erkennen, durch die die zu erwärmende Luft hindurchtritt.

Innerhalb des kastenförmig ausgebildeten Seitenholms 5 sind drei Anschlusslaschen 15 zu erkennen und ein Anschlussbolzen 8a. Dieser Anschlussbolzen stellt die Plusverbindung für alle Heizelemente 2 dar. Zusätzlich ist in dieser Abbildung in perspektivischer Darstellung die Steuervorrichtung 5a zu erkennen, die in den Kasten des Seitenholmes 5 einsetzbar ist. Die Steuervorrichtung 5a wird mit der dem Seitenholm 5 zugewandten Seite in diesen eingesetzt.

Auf der dem Seitenholm 5 zugewandten Seite der Steuereinrichtung 5a ist die Unterseite der Leiterplatte 10 zu erkennen. Aus der Leiterplatte 10 ragen drei Kühlelemente 6 heraus. Jedes dieser Kühlelemente bzw. Kühlbleche ist einem der Leistungstransistoren 11 einer Heizstufe zugeordnet.

Zu jedem Kühlelement 6 sind entsprechende Fensteröffnungen 7 in der Oberfläche des Seitenholms 5 vorgesehen. Dadurch wird im Betrieb jedem Kühlelement gezielt ein Luftstrom zugeführt.

Auf der nach außen gewandten Seite ist ein weiterer Anschlussbolzen 8b zu erkennen. Dieser Anschlussbolzen dient als elektrischer Massepol bei der Zuführung von Strom. Der Anschlussbolzen 8b ist mit der in den Figuren 2 und 4 dargestellten Leitungsschiene 13 verbunden, die den Heizstrom einzelnen Heizstufen zuführt. Jede einzelne der Heiz-

stufen entnimmt über ihren Leistungstransistor 11 bis zu etwa 40 Ampere der über das Leiterblech 13 zugeführten Strommenge.

In Fig. 4 ist eine weitere perspektivische Detailansicht des Seitenholms 5 und der in die kastenförmige Öffnung des Seitenholms 5 einsteckbaren Steuerschaltung dargestellt.

Im oberen Bereich der Fig. 4 sind auf der Oberfläche des Seitenholms 5 zwei der Fensteröffnungen 7 zu erkennen. Diese Fensteröffnungen sind so angeordnet, dass sie ober- und unterhalb der Kühelemente 6 liegen, wenn die Steuerschaltung in den Seitenholm 5 eingesetzt ist.

Innerhalb der kastenförmigen Öffnung des Seitenholms 5 sind die Anschlusslaschen 15 der Heizelemente 2 zu erkennen. Für jede Heizstufe ist eine Anschlusslasche 15 vorgesehen.

In der unteren Hälfte der Fig. 4 ist die in den Seitenholm 5 einsetzbare Steuerschaltung dargestellt. Nur einer der Leistungstransistoren 11 ist in diesem Fall zur besseren Verdeutlichung des Aufbaus mit einem Kühelement 6 versehen. Im übrigen entspricht der Aufbau der Steuerschaltung der in Verbindung mit Fig. 2 beschriebenen Steuerschaltung.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform, um die Verlustwärme effektiv von den Transistoren abzuführen. Dabei sind in den Figuren 5a, 5b und 5c verschiedene Detailansichten wiedergegeben, und zwar solche, in denen sich diese Ausführungsform besonders von der vorhergehend beschriebenen unterscheidet.

In Fig. 5a ist eine leicht modifizierte Gestaltung des Seitenholms 5 zu erkennen. Dabei entspricht die Anordnung der Fensteröffnungen 7 der zuvor beschriebenen Ausführungsform. Um den Luftstrom gezielter zu beeinflussen, sind zwischen Fensteröffnungen 7 in dem Seitenholm 5 Wände vorgesehen, soweit dies ohne ein Einsetzen der Steuerschaltung in den Seitenholmen 5 zu behindern möglich ist. Dabei werden alle Zwischenräume, die auf der Oberseite zwischen den Fenstern und auf der dem Heizelement zugewandten Seite liegen, mit zusätzlichen Wänden 18 verschlossen. Auf diese Weise wird ein ungezieltes Umherströmen von Luft im Betrieb vermieden.

In den Figuren 5a und 5b ist die Luftführung zwischen den Fensteröffnungen 7 im Detail dargestellt. Dazu ist zur gezielten Luftführung ein Luftleitelement 17 in die zwischen den Fensteröffnungen 7 liegenden Bereiche eingesetzt. Wie in Fig. 5b zu erkennen, erlaubt ein Y-förmiges Spoilerelement ein besseres Umströmen der Kühlrippen ein L- oder U-förmigen Kühlelementes 6. Dabei sind die Kühlrippen des Kühlelementes 6 jeweils benachbart zu den Fensteröffnungen 7 angeordnet.

In Fig. 5b ist außerdem die Leiterplatte 10 mit dem Leistungstransistor 11 angedeutet.

Fig. 5c zeigt eine entsprechende Ausgestaltung des Kühlelementes 6. Während in der zuvor beschriebenen Ausführungsform ein im wesentlichen U-förmig ausgebildetes Kühlelement 6 mit seiner U-förmigen Seite senkrecht auf der Platine steht, ist in dieser Ausführungsform das Kühlelement 6 so angeordnet, dass die U-Form mit ihrer Unterseite parallel zur Leiterplatte 10 angeordnet ist. Entsprechend ist das Y-förmige Luftleitelement 17 so angeordnet, dass es aus der den Heizelementen zugewandten Seite des Seitenholmes 5 in Richtung auf die Steuervorrichtung ragt. Bei Verwendung eines Kühlelementes 6 gemäß der ersten Ausführungsform, können entsprechende Luftleitelemente an den seitlichen Begrenzungen zwischen den gegenüberliegenden Fensteröffnungen 7 angeordnet sein.

In der in Fig. 5c dargestellten Ausführungsform beträgt die Breite b1 einer Kühlrippe etwa 3 mm, während der Abstand b2 zwischen den Kühlrippen etwas weniger, ungefähr 2,5 mm beträgt. Das Kühlelement wird vorzugsweise aus Aluminium oder Kupfer gefertigt.

In den Figuren 6 und 7 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung dargestellt. In dieser Ausführungsform sind insbesondere Alternative Anordnungen der Leistungstransistoren und Kühlelemente wiedergegeben. Die Kühlelemente 20 sind in dieser Ausführungsform in anderer Weise an die Leistungstransistoren angebunden. In den obigen Ausführungsformen sind an den Leistungstransistoren 11 Kühlfahnen angeformt, die an einer Seite aus dem Leistungstransistor herausragen. An diesen Kühlfahnen sind die Kühlelemente der oben beschriebenen Ausführungsformen befestigt. Dabei sind die Kühlfahnen der Leistungstransistoren mit der Leiterplatte

verloren. In der im folgenden beschriebenen Ausführungsform werden die Kühlelemente durch die Leiterplatte 10 hindurch über eine Öffnung direkt an die Unterseite des Transistors 19 angebunden. Die mechanische Fixierung des Kühlelementes kann dabei beispielsweise über eine Verklebung oder auch mittels einer Klemmbefestigung, wie in Fig. 7 dargestellt, erfolgen.

Für eine Klemmbefestigung ist das Kühlelement 20, wie in den Figuren 6 und 7 gezeigt, ausgebildet. Um ein Eingreifen einer Klammer 21 zu ermöglichen, weist das Kühlelement 20 eine unsymmetrische Ausgestaltung der Kühlrippen auf. Dazu sind auf einer Seite des vorzugsweise U-förmig ausgestalteten Kühlelementes weniger Rippen vorgesehen, um ein Eingreifen einer Klammer 21 zu ermöglichen. Die Klammer umgreift vorzugsweise den Leistungstransistor 19 und das Kühlelement 20 von außen und befestigt so die Kühlelemente 20 an der Steuervorrichtung und dem Transistor 19.

Eine direkte Kontaktierung der Leistungstransistoren 19 über eine Bohrung in der Leiterplatte 10 ist insbesondere für Leistungstransistoren in SMD-Ausführung vorteilhaft. Transistoren in SMD-Ausführung weisen bauartbedingt keine Kühlfahnen auf, an denen Kühlelemente befestigbar sind. Um die Kühlelemente mit der Unterseite des Leistungstransistors 19 verbinden zu können, ist in der Leiterplatte eine Öffnung, vorzugsweise eine Bohrung, vorgesehen, durch die ein Teil des Kühlelementes ragt. Eine solche Bohrung hat einen Durchmesser im Bereich von ca. 5 mm bis in etwa 7,5 mm. Die Kühlelemente 20 sind an der der Leiterplatte 10 zugewandten Seite mit einem zapfenartigen Vorsprung 20a ausgebildet. Dieser Zapfen 20a ragt in die in der Leiterplatte unterhalb des Transistors 19 vorgesehene Öffnung. Der Durchmesser des Zapfens 20a es vorzugsweise etwas kleiner als der Innendurchmesser der Bohrung und liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 4 mm bis etwa 7 mm.

Dieser Aufbau ist in den Figuren 7a, 7b und 7c im Detail dargestellt. Die Fig. 7a stellt eine Ansicht auf die Leiterplatte 10 mit dem Leistungstransistor 19 dar. Der Leistungstransistor 19 ist am Rand der Leiterplatte 10 angeordnet, so dass die Klammer 21 zum Befestigen des Kühlelementes 20 leicht zu montieren ist. Die Leiterplatte 10 weist im Bereich der montierten Klammer 21 vorzugsweise eine leichte Ausbuchtung für den Bügel der Klammer 21 auf. Die Tiefe dieser Ausbuchtung entspricht vorzugsweise in etwa

der Dicke der Klammer 21. Vorzugsweise ist der Transistor 19 so angeordnet, dass seine Anschlusskontakte 22 nicht in Richtung der Klammer 21 weisen.

In Fig. 7b ist eine seitliche Ansicht wiedergegeben. Figur 7c stellt eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie A-A in Fig. 7b dar. Fig. 7c zeigt, dass das Külelement 20 und die Feder 21 geometrisch so aufeinander abgestimmt sind, dass eine lagegerechte Fixierung mit optimalen Druckpunkt gewährleistet ist.

Eine weiter verbesserte Ausführungsform des in Fig. 7c gezeigten Külelementes 20 ist in Fig. 8 und Fig. 9 in zwei alternativen Ausgestaltungen gezeigt. Das in Fig. 7c gezeigte Külelement 20 besitzt eine relativ große Masse und kompliziert dadurch den Herstellungsprozess und schränkt durch die für die Herstellung erforderliche Hitzebeständigkeit der Transistoren die zur Verfügung stehende Auswahl an Transistortypen deutlich ein.

In Fig. 8 und Fig. 9 sind zwei alternative Ausgestaltungen eines Külelementes gezeigt, die die beim Herstellungsvorgang so problematische große thermische Masse des Külelementes 20 durch einen zweiteiligen Aufbau deutlich vermindern.

Das Külelement 20 ist dazu in zwei miteinander verbundene Komponenten unterteilt, nämlich ein Wärmeleitelement 24 und einen Kühlkörper 25. Das Wärmeleitelement 24 wird in die Bohrung 23 der Leiterplatte 10 eingesetzt. Während des Herstellungsprozesses wird die Aufwärmzeitdauer durch die geringe thermische Masse des Wärmeleitelementes 24 nicht verzögert. Dementsprechend müssen an die Hitzebeständigkeit des Leistungstransistors 19 in diesem Fall keine besonderen Anforderungen gestellt werden.

Mit dem Wärmeleitelement 24 ist ein Kühlkörper 25 auf der dem Transistor gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte 10 wärmeleitend verbunden. Der Kühlkörper 20 besitzt eine große thermische Masse mit Kühlrippen, um die von dem Leistungstransistor 19 erzeugte Verlustwärme wirksam abführen zu können.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung besitzt das Wärmeleitelement 24 eine zylindrische Form. Vorteilhafterweise besteht das Wärmeleitelement 24 aus zwei Abschnitten. Ein erster Abschnitt, der in die Bohrung 23 in der Leiterplatte 10 einsetzbar ist und den Transistor 19 kontaktiert, besitzt eine kleinere Querschnittsfläche, während

ein zweiter Abschnitt 24a an dem aus der Platine herausragenden Ende des Wärmeleitelementes eine größere Querschnittsfläche besitzt.

Der zweite Abschnitt 24a des Wärmeleitelementes wird mit dem Kühlkörper 25 wärmeleitend kontaktiert. Der Kühlkörper 25 besitzt einen im wesentlichen flachen Abschnitt 26, der mit dem Wärmeleitelement 24 und ggf. mit der Leiterplatte 10 verbindbar ist, und senkrecht von dem Abschnitt 26 nach Außen ragende Kühlrippen. Der Abschnitt 26 des Kühlkörpers besitzt eine Vertiefung 28, an der dem Wärmeleitelement 24 zugewandten Seite. Diese Vertiefung dient zur Aufnahme des aus der Leiterplatte 10 herausragenden Abschnitts 24a des Wärmeleitelementes.

Das Wärmeleitelement 24 und der Kühlkörper 25 werden vorzugsweise verklebt. Die Verklebung beider Teile 24 und 25 des Kühlelementes erfolgt vorzugsweise mit einem Epoxydharzkleber, einem Siliconkleber oder einem Acrylkleber. Ein Epoxydharzkleber ermöglicht eine besonders feste Verbindung beider Komponenten. Der Silikonkleber kann unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten der verklebten Materialien ausgleichen, insbesondere dann, wenn der Kühlkörper 25 zusätzlich auch mit der Leiterplatte 10 zur Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit des Kühlkörpers verbunden wird. Diese Kleber besitzen insbesondere den Vorteil, dass bei den verklebten Komponenten keine planparallelen Flächen erforderlich sind, da Unebenheiten durch den Kleberstoff selbst ausgeglichen werden.

Vorzugsweise bewirkt der verwendete Kleber gleichzeitig eine elektrische Isolierung der beiden miteinander verklebten Komponenten 24, 25 des Kühlelementes 20. Während das Wärmeleitelement 24 auf dem Potential des Ausgangsanschlusses des Transistors 19 liegt, im allgemeinen auf Pluspotential, ist der Kühlkörper 25 potentialfrei. Die Kühlrippen des Kühlkörpers 25 sind zur Wärmeabführung so angeordnet, dass sie von außen freizugänglich sind. Durch eine elektrisch isolierende (aber gut wärmeleitende) Verbindung beider Komponenten wird jede Gefahr eines Kurzschlusses durch auf die Heizvorrichtung fallende und die Kühlrippen berührende Metallteile ausgeschlossen. Dadurch kann die Betriebssicherheit der Heizvorrichtung deutlich erhöht werden.

Fig. 9 zeigt einen alternativen Aufbau für das zweiteilige Kühlelement 20. Das Wärmelelement 30 ist hier so ausgebildet, dass es zusätzlich zu der Leiterplatte 20 auch

durch den an der Leiterplatte 10 anliegenden Abschnitt 26 des Kühlkörpers 25 ragt. An dem aus dem Abschnitt 26 hinausragenden Teil des Wärmeleitelementes 30 ist zumindest ein seitlicher Vorsprung, vorzugsweise eine seitlich umlaufend Wulst 30a, zur mechanischen Fixierung des Kühlkörpers mit seinem Abschnitt 26 an der Leiterplatte 10 vorgesehen. Bei einer solchen Ausgestaltung ist eine Verklebung beider Komponenten nicht erforderlich.

Um eine elektrische Isolierung des Kühlkörpers 25 zu erreichen, wird dieser an seiner Oberfläche mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 31 versehen. Vorzugsweise ist diese Beschichtung nur an den Stellen der Oberfläche angebracht, die von außen frei zugänglich sind, die beispielsweise in den Fensteröffnungen 7 liegen. Eine solche Beschichtung 31 kann zusätzlich zu einer elektrischen Isolation mittels eines Klebstoffs gemäß der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform zur Erzielung einer größeren Ausfallsicherheit eingesetzt werden.

Weitere Randbedingungen für eine Ausgestaltung des Wärmeleitelementes 24 werden nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 10 beschrieben. Die abzuführende Verlustwärme des Transistors 19 wird im Halbleiterelement 32 des Transistors erzeugt. Ausgehend von dem Halbleiterelement 32 kann die Verlustwärme über den in Fig. 10 nur prinzipiell angedeuteten „Wärmeleitkegel“ 33 abgeführt werden. Die tatsächliche Form des Wärmeleitkegels 33 hängt von den jeweiligen konkreten Gegebenheiten ab. Wenn die Wärme vom Halbleiterelement 32 zum Kühlkörper 25 nur über einen solchen Wärmeleitkegel 33 abführbar ist, so kann auch eine noch so große Querschnittsfläche des Wärmeleitelementes 24 keine Verbesserung der Wärmeableitung bewirken. Das Wärmeleitelement 24 wird deshalb vorzugsweise mit einer Form ausgebildet, die sich an den Wärmeleitkegel 33 anlehnt. Dazu ist das Wärmeleitelement 24 vorteilhafterweise mit entsprechend größer werdenden Querschnittsflächen in zunehmendem Abstand vom Transistor ausgebildet. Dazu ist das Wärmeleitelement in einer einfach herzustellenden Variante mit einem kleineren Querschnitt innerhalb der Leiterplatte und mit einem größeren Querschnitt in dem aus der Leiterplatte 10 herausragende Abschnitt 24a gestaltet. Vorzugsweise ist das Wärmeleitelement 24 zylindrisch geformt.

Eine weitere beispielhafte Ausgestaltung der Wärmeleitscheibe 24 ist in Fig. 11 wiedergegeben. Die Wärmeleitscheibe 24 besteht aus zwei im wesentlichen zylindrisch ge-

formten Abschnitten, einem ersten Abschnitt, der in die Leiterplatte 10 einsetzbar ist und eine zylindrische Form mit einem kleineren Durchmesser aufweist, und einem zweiten Abschnitt 25, der aus der Leiterplatte 10 herausragt und eine zylindrische Form mit einem deutlich größeren Durchmesser aufweist. Der in die Leiterplatte 10 einsetzbare erste Abschnitt weist vorzugsweise eine leicht konische Form auf. Auf diese Weise wird das Einsetzen der Wärmeleitscheibe erleichtert und die Form der Wärmeleitscheibe ist besser an den Wärmeleitkegel 33 (vgl. Fig. 10) angepasst.

In der in Fig. 11 dargestellten Ausführungsform sind zusätzlich am Umfang des in die Leiterplatte 10 einsetzbaren Abschnitts radiale Vorsprünge 35 angeordnet. Diese Vorsprünge 35 besitzen jeweils eine Keilform mit einer nach außen ragenden Spitze. Die Vorsprünge 35 sind so ausgebildet, dass ihre Spitzen leicht größer als der Innendurchmesser der Öffnung 23 in der Leiterplatte 10 ausgebildet sind. Dadurch ist das Wärmeleitelement 24 nach dem Einsetzen in die Leiterplatte mechanisch in dieser fixiert. Das Einsetzen des Wärmeleitelementes wird dadurch erleichtert, dass die Vorsprünge 35 jeweils eine vertikale Ausrichtung aufweisen. Gegebenfalls sind die Vorsprünge 35 entsprechend zu der konischen Form des ersten Abschnittes leicht geneigt, um ein Einsetzen der Wärmeleitscheibe 24 in die Leiterplatte 10 zu erleichtern.

Fig. 12 und Fig. 13 zeigen eine besondere Ausgestaltung des Kühlkörpers 25. Der Kühlkörper 25 besteht vorzugsweise aus einem im wesentlichen zweiteiligen Aufbau mit einem im flachen Abschnitt 26 und einem senkrecht zu diesem ausgerichteten Kühlrippenabschnitt 36, 37, 38. Vorzugsweise ist der Kühlkörper 25 rechtwinklig ausgebildet, so dass er einfach und kostengünstig als Stanz-Biege-Teil herstellbar ist.

In Fig. 13 sind Vertiefungen 28a, 28b, 28c erkennbar, die auf der an der Leiterplatte 10 anliegenden Seite des Abschnitts 26 vorgesehen sind. Diese Vertiefungen dienen dazu, den aus der Leiterplatte 10 herausragenden Abschnitt 24a des Wärmeleitelementes 24 aufzunehmen.

Gemäß der in Fig. 12 und Fig. 13 gezeigten besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Kühlkörper 25 einstückig für mehrere Leistungstransistoren 19 (und dementsprechende Wärmeleitelemente 24) ausgebildet. Dadurch wird die Herstellung des Kühlkörpers 25 weiter vereinfacht. Außerdem kann durch die größere thermische Masse des

Kühlkörpers 25 die Verlustwärme der einzelnen Leistungstransistoren 19 besser abgeführt werden, wenn die individuelle Verlustleistung der Transistoren unterschiedlich groß ist.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine elektrische Heizvorrichtung als Zusatzheizung für Kraftfahrzeuge, bei der das Heizregister und die Steuervorrichtung zu einer baulichen Einheit integriert sind. Zur Ansteuerung der Heizelemente des Heizregisters sind direkt auf der Leiterplatte montierte Leistungstransistoren vorgesehen. Zur effizienten Abführung der Verlustwärme von den Leistungstransistoren werden diese direkt über Öffnungen in der Leiterplatte an ihrer Unterseite mit einem Kühlkörper kontaktiert. Um die Herstellung zu vereinfachen, sind die Kühlkörper zweiteilig ausgebildet, und zwar aus einer Wärmeleitscheibe mit einer kleinen thermischen Masse, die in die Öffnung der Leiterplatte einsetzbar ist, und einem mit diesem Wärmeleitelement verbindbaren Kühlkörper.



EPO - Munich
67
02 Sep. 2002

Patentansprüche

1. Elektrische Heizvorrichtung, insbesondere als Zusatzheizung für Kraftfahrzeuge, mit mehreren zu einem Heizblock zusammengesetzten Heizelementen (2) und einer Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Heizelemente (2), wobei die Steuervorrichtung mit dem Heizblock eine baulich Einheit bildet, auf einer Leiterplatte (10) angeordnete Leistungstransistoren (19) und diesen zugeordnete Kühlelementen aufweist und ein Kühlelement jeweils durch eine Öffnung (23) in der Leiterplatte (10) an den jeweiligen Leistungstransistor (19) angebunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Kühlelement aus einem Kühlkörper (25) und einem in die Öffnung (23) der Leiterplatte (10) einsetzbaren Wärmeleitelement (24) gebildet ist.

2. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeleitelement (24) mit dem Kühlkörper (25) verklebt ist.
3. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zur Verklebung von Wärmeleitelement (24) und Kühlkörper (25) verwendete Kleber (28) eine elektrische Isolation des Wärmeleitelementes (24) und des Kühlkörper (25) bewirkt.
4. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeleitelement (24) aus Kupfer hergestellt ist.
5. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkörper (25) aus Aluminium hergestellt ist.
6. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masse des Wärmeleitelementes (24) sehr viel kleiner als die des Kühlkörpers (25) ist.

7. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Leiterplatte (10) vorgesehene Öffnung (23) und das Wärmeleitelement (24) im wesentlichen zylindrisch geformt sind.
8. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Kühlkörper (25) einen im wesentlichen flachen Abschnitt (26) mit einer Öffnung (29) aufweist,

das Wärmeleitelement (30) durch die Öffnung (29) in dem flachen Abschnitt (26) des Kühlkörpers (25) ragt und

das Wärmeleitelement (30) zur mechanischen Fixierung des Kühlkörpers (25) zumindest einen seitlichen Vorsprung (30a) an dem durch den Kühlkörper (25) und aus diesem herausragenden Ende aufweist.
9. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der seitliche Vorsprung (30a) eine seitlich um das herausragende Ende des Wärmeleitelements (30) umlaufende Wulst ist.
10. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlkörper (25) in der Heizvorrichtung so angeordnet sind, dass sie jeweils über in einem Gehäuse der Heizvorrichtung vorgesehene Fensteröffnungen (7) von der zu erwärmenden Luft umströmbar sind.
11. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche der Kühlkörper (25) auf der Außenseite mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung (31) versehen ist.
12. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche der Kühlkörper (25) im wesentlichen nur in dem den Fensteröffnungen (7) gegenüberliegenden Bereich mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung (31) versehen ist.

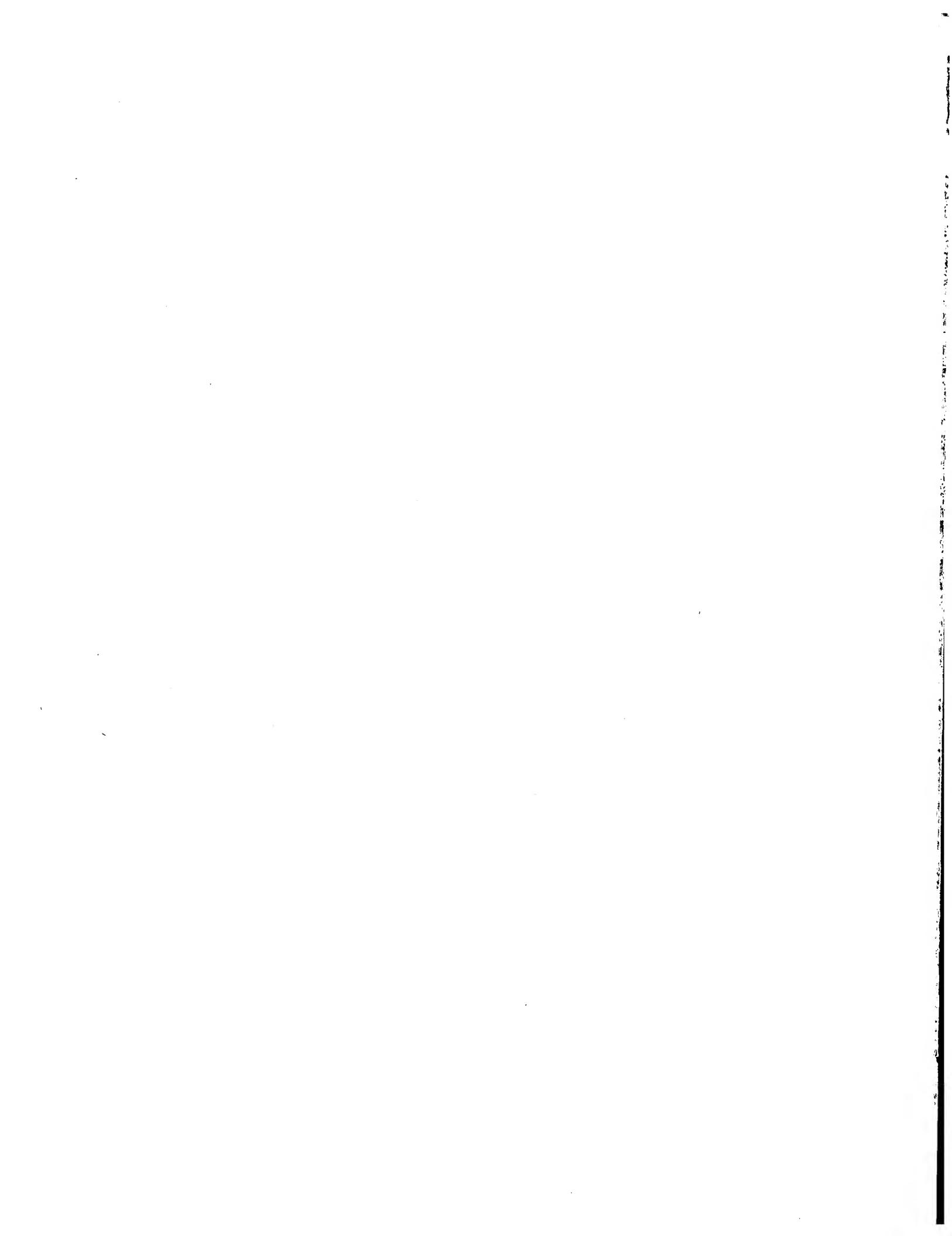
13. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kleber (28) ein Epoxydharzkleber, eine Silikonkleber oder ein Acrylkleber ist.
14. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmeleitelement (24) mit zunehmendem Abstand vom Leistungstransistor (19) eine größere Querschnittsfläche aufweist.
15. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmeleitelement (24) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.
16. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der in der Öffnung (29) der Leiterplatte (10) angeordnete Abschnitt (34) des Wärmeleitelementes (24) eine im wesentlichen konische Form aufweist, die sich in Richtung auf das den Leistungstransistor (19) kontaktierende Ende verjüngt.
17. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der in der Öffnung (29) der Leiterplatte (10) angeordnete Abschnitt (34) des Wärmeleitelementes (24) radiale Vorsprünge (35) zur mechanischen Fixierung des Wärmeleitelementes (24) in der Öffnung (29) der Leiterplatte (10) aufweist.
18. Elektrische Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkörper (25) einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt mit einem ersten Abschnitt (26), der parallel zur Leiterplatte (10) angeordnet ist, und einem senkrecht dazu angeordneten zweiten Abschnitt (36-38) umfasst.
19. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 18 **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Abschnitt (26) des Kühlkörpers (25) auf der der Leiterplatte (10) zugewandten Seite Vertiefungen (28a-28c) zur Aufnahme des aus der Leiterplatte (10) herausragenden Endes des Wärmeleitelementes (24) aufweist.
20. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlkörper (25) mehrerer benachbarter Kühlelemente einstückig ausgebildet sind.

21. Elektrische Heizvorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass die einstückig ausgebildeten Kühlkörper (25) über den ersten Abschnitt (26) miteinander verbunden sind.**

EPO - Munich
67
02 Sep. 2002

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Heizvorrichtung als Zusatzheizung für Kraftfahrzeuge, bei der das Heizregister und die Steuervorrichtung zu einer baulichen Einheit integriert sind. Zur Ansteuerung der Heizelemente des Heizregisters sind direkt auf der Leiterplatte montierte Leistungstransistoren vorgesehen. Zur effizienten Abführung der Verlustwärme von den Leistungstransistoren werden diese direkt über Öffnungen in der Leiterplatte an ihrer Unterseite mit einem Kühlelement kontaktiert. Um die Herstellung zu vereinfachen, sind die Kühlelemente zweiteilig ausgebildet, und zwar aus einer Wärmeleitscheibe mit einer kleinen thermischen Masse, die in die Öffnung der Leiterplatte einsetzbar ist, und einem mit diesem Wärmeleitelement verbindbaren Kühlkörper.



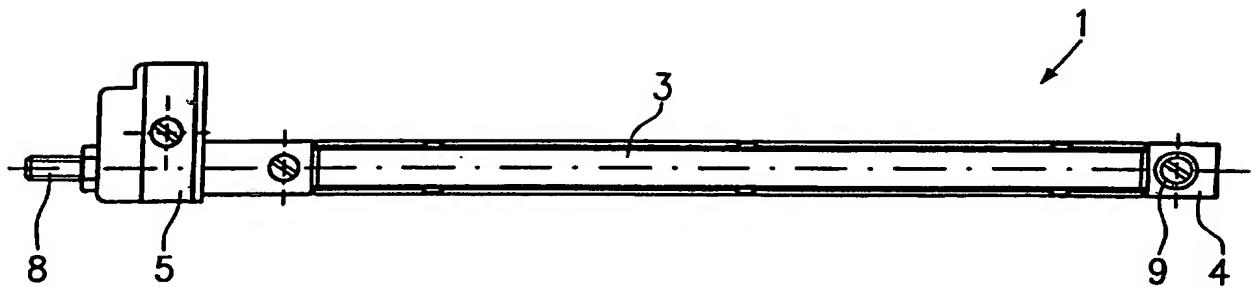


FIG. 1a

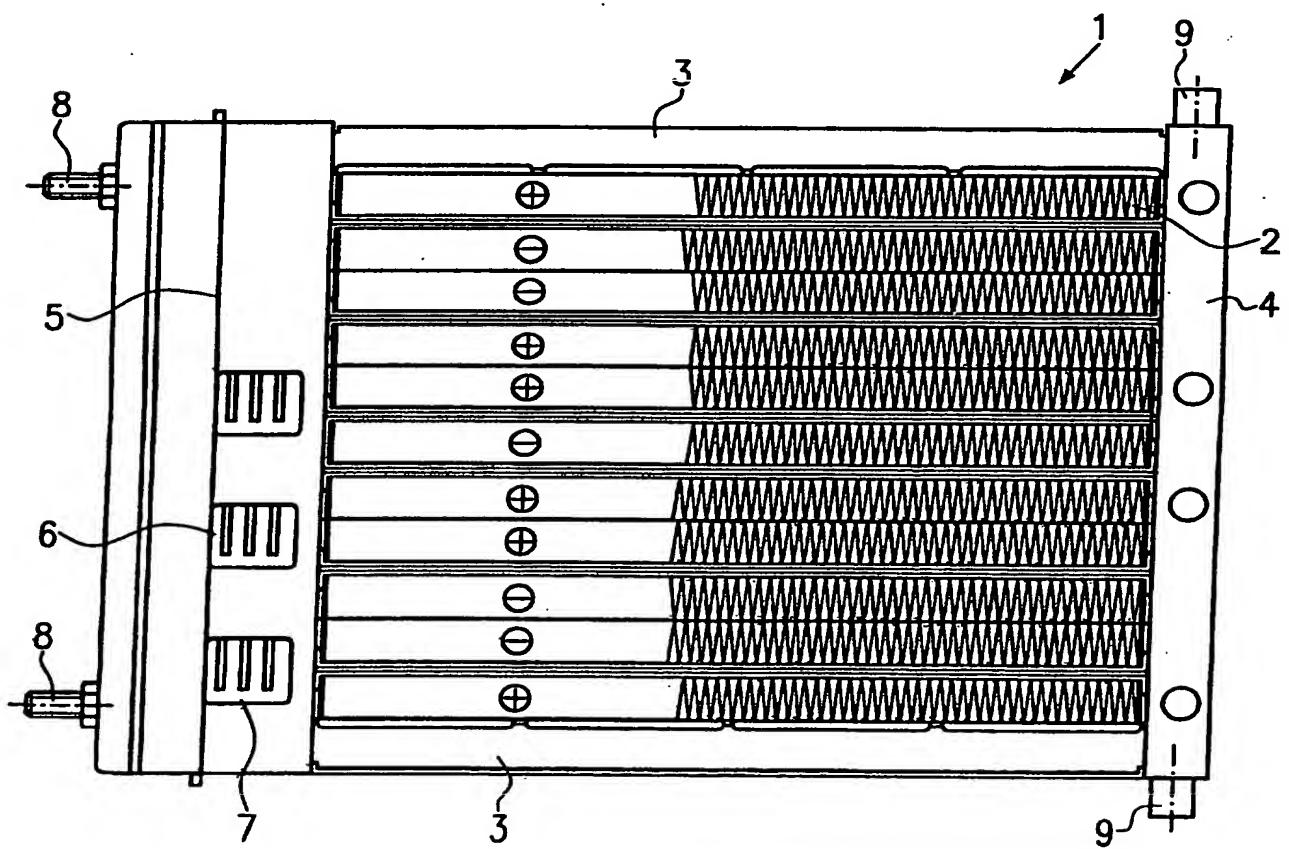
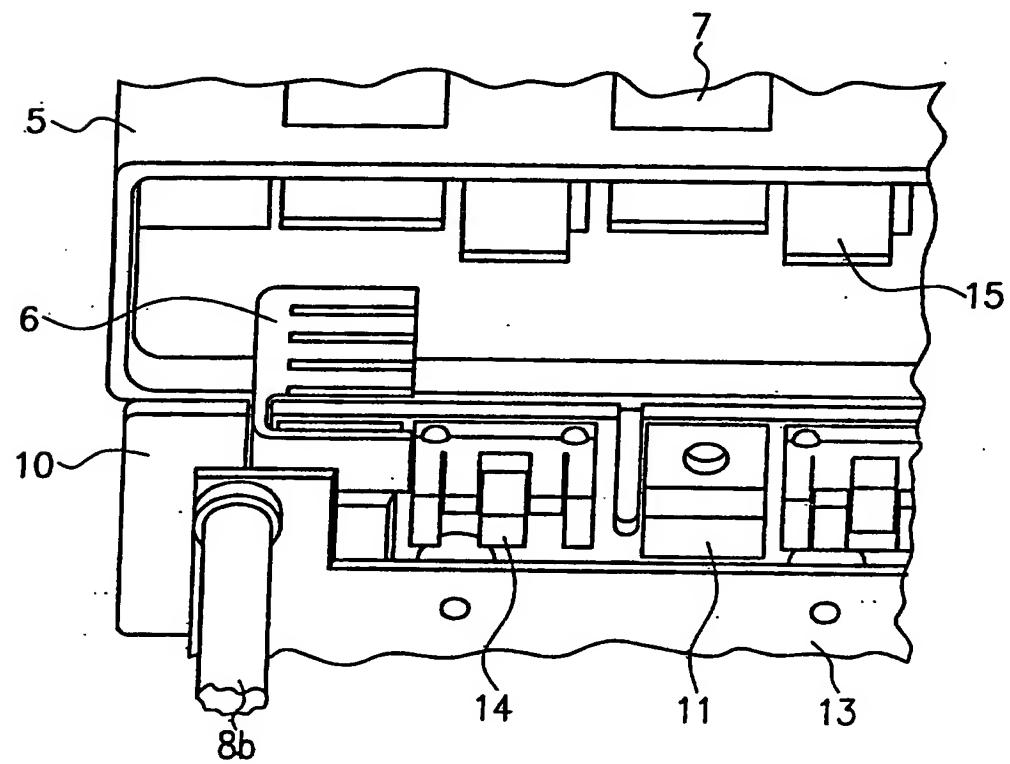
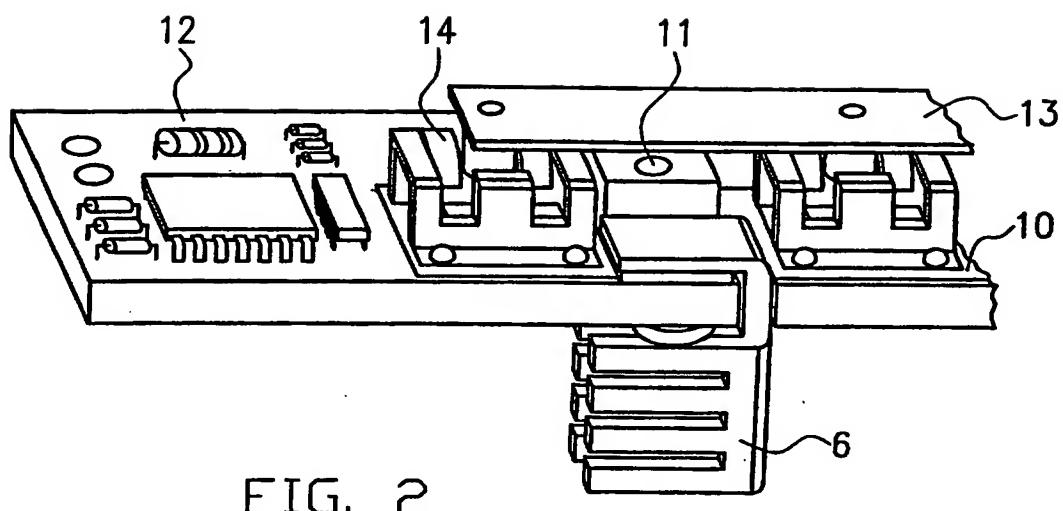


FIG. 1b



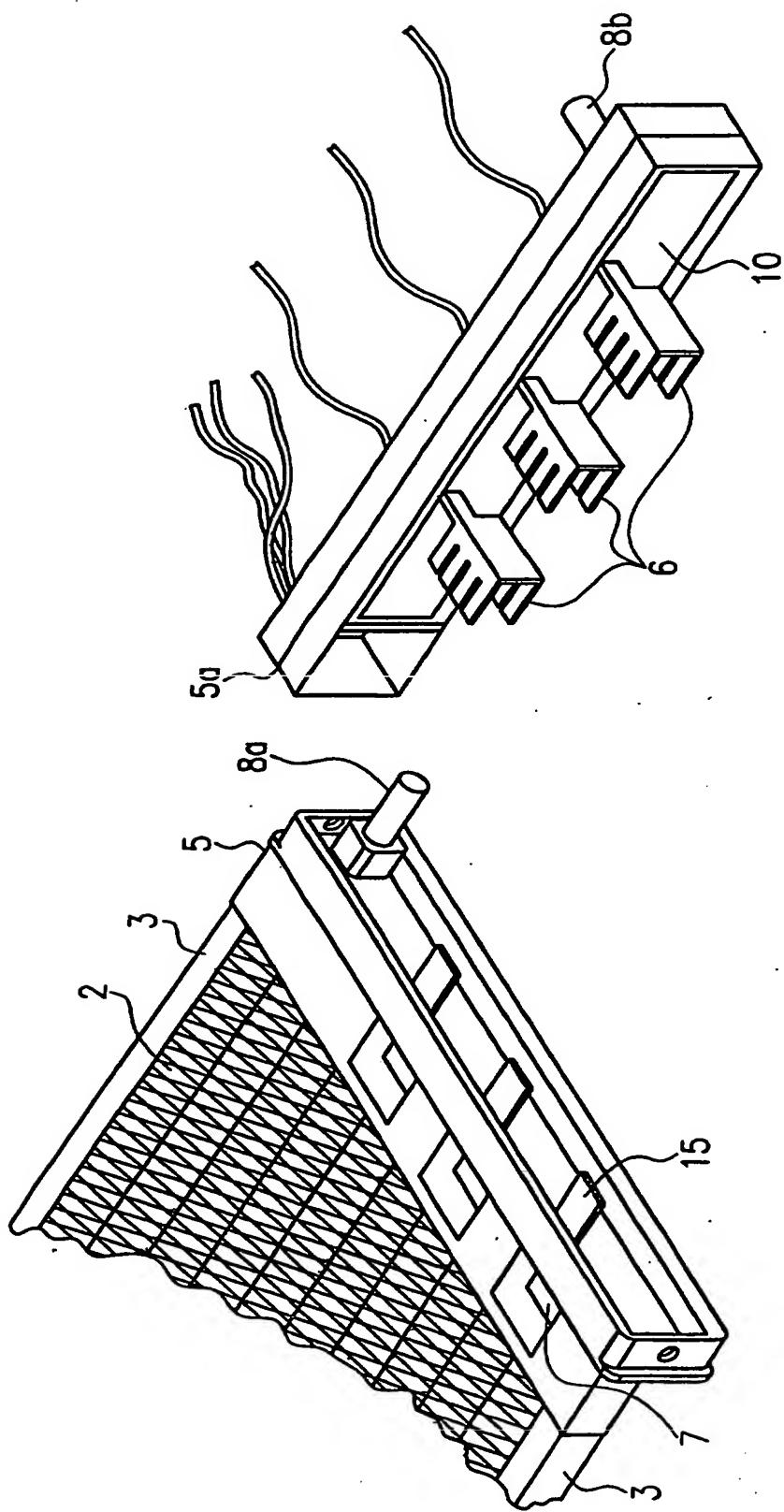


FIG. 3

4/9

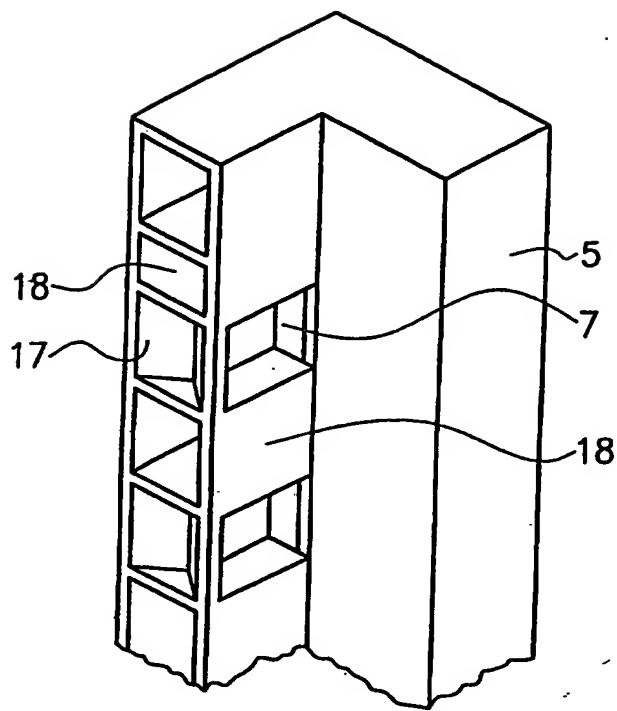


FIG. 5a

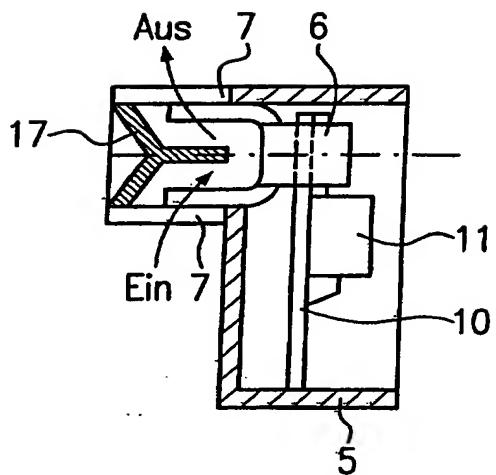


FIG. 5b

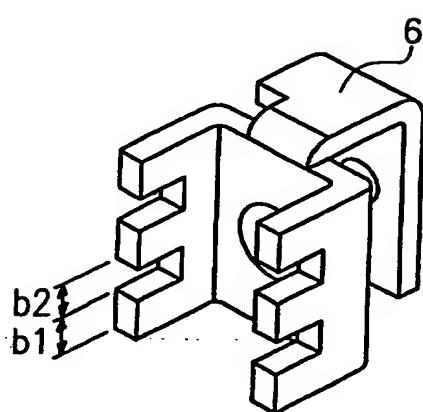


FIG. 5c

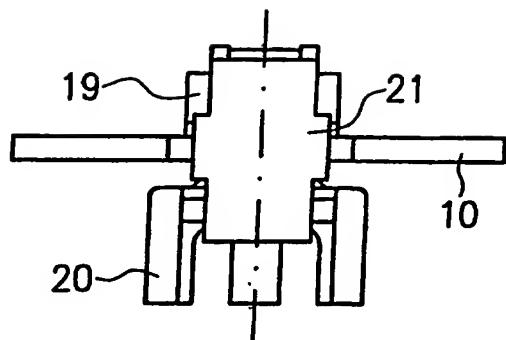


FIG. 7b

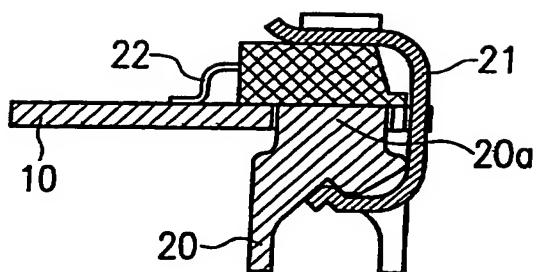


FIG. 7c

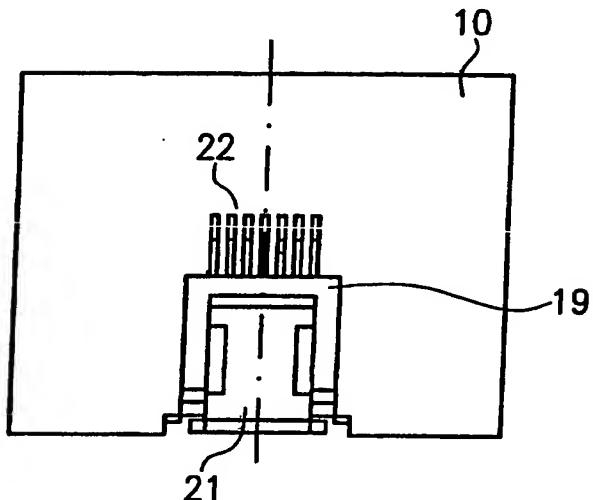


FIG. 7a

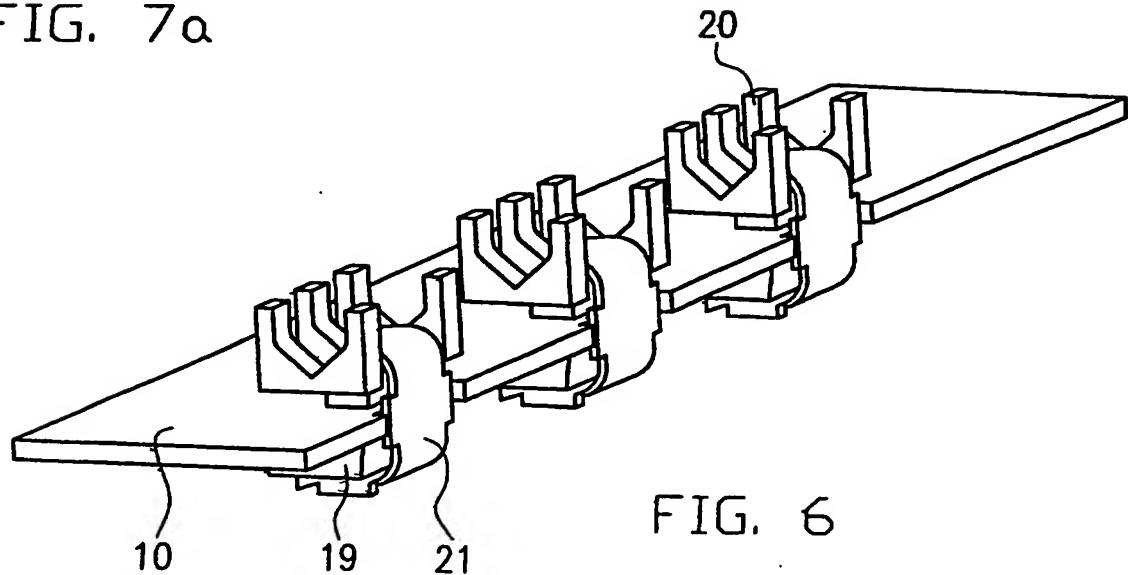


FIG. 6

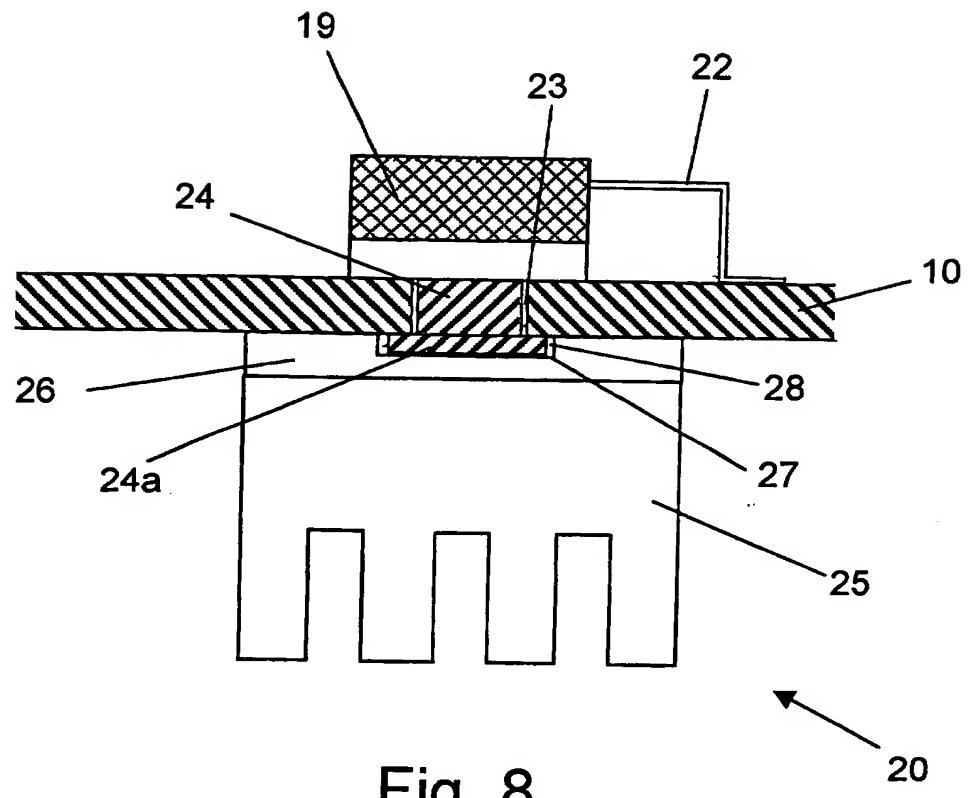


Fig. 8

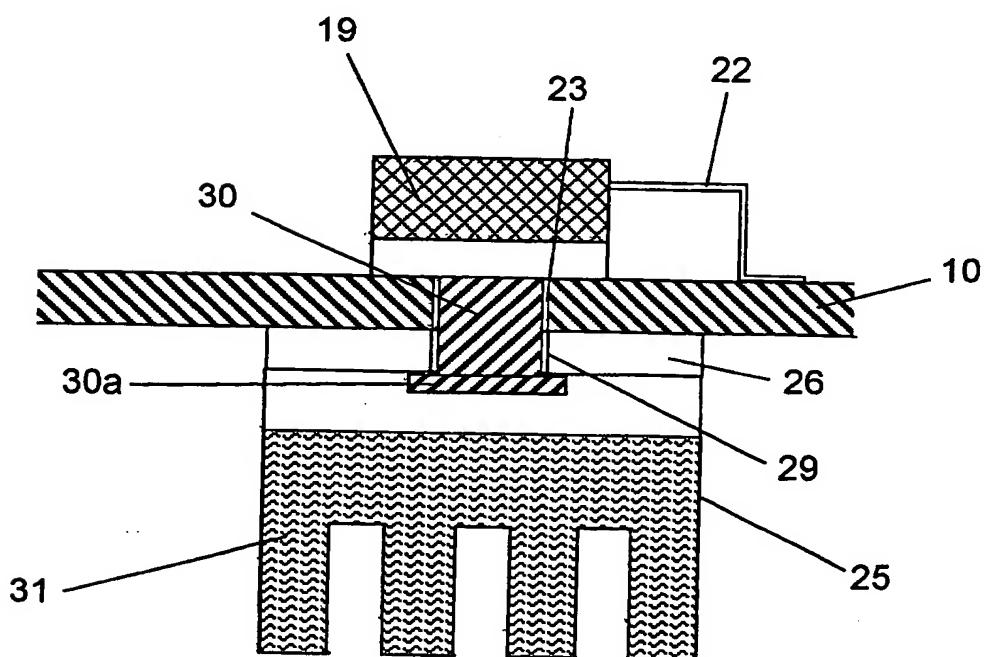


Fig. 9

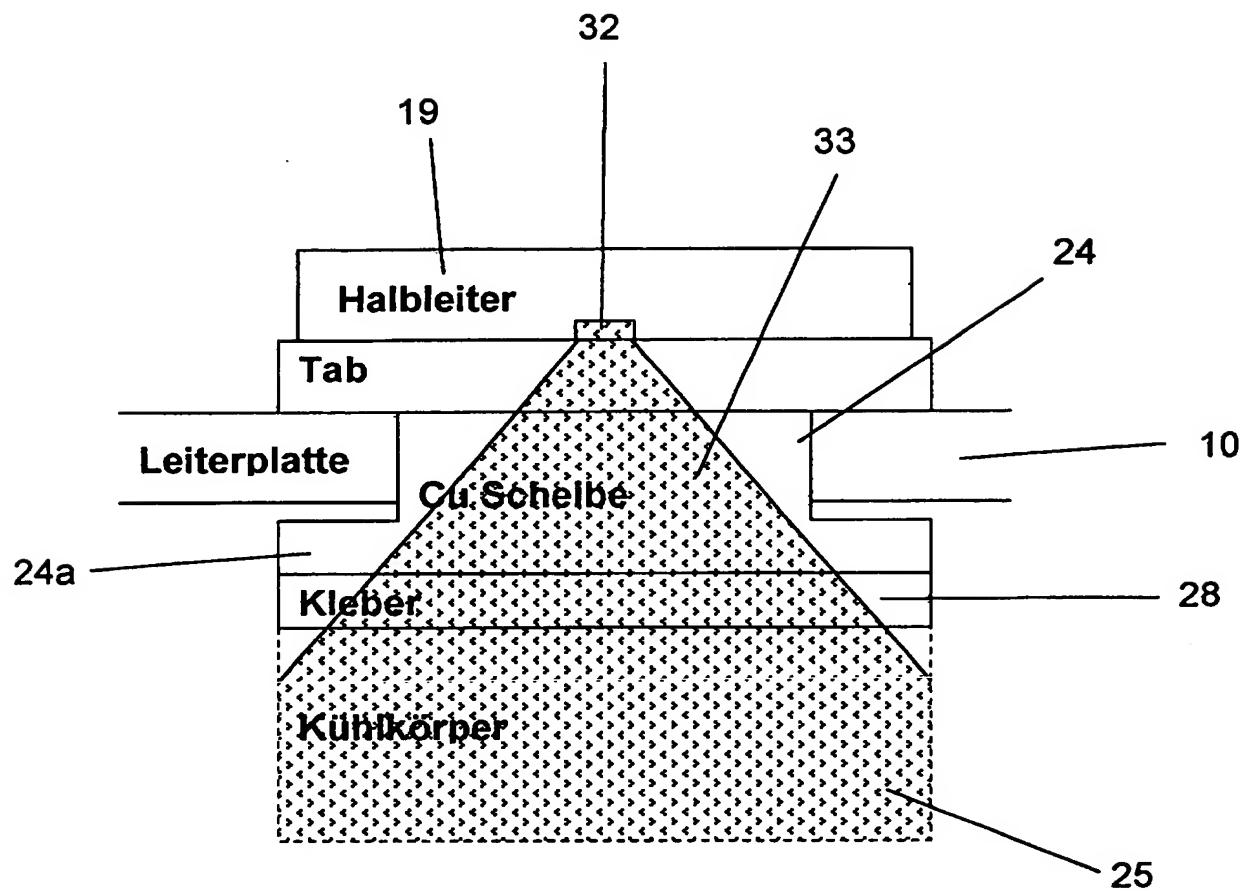


Fig. 10

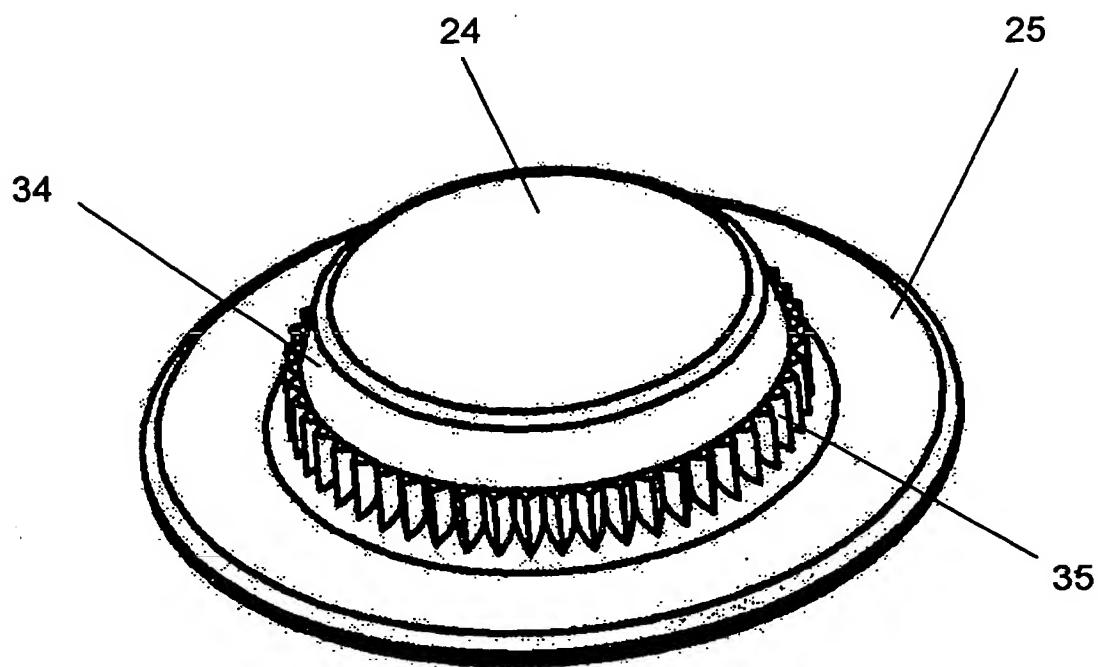


Fig. 11

Fig. 12

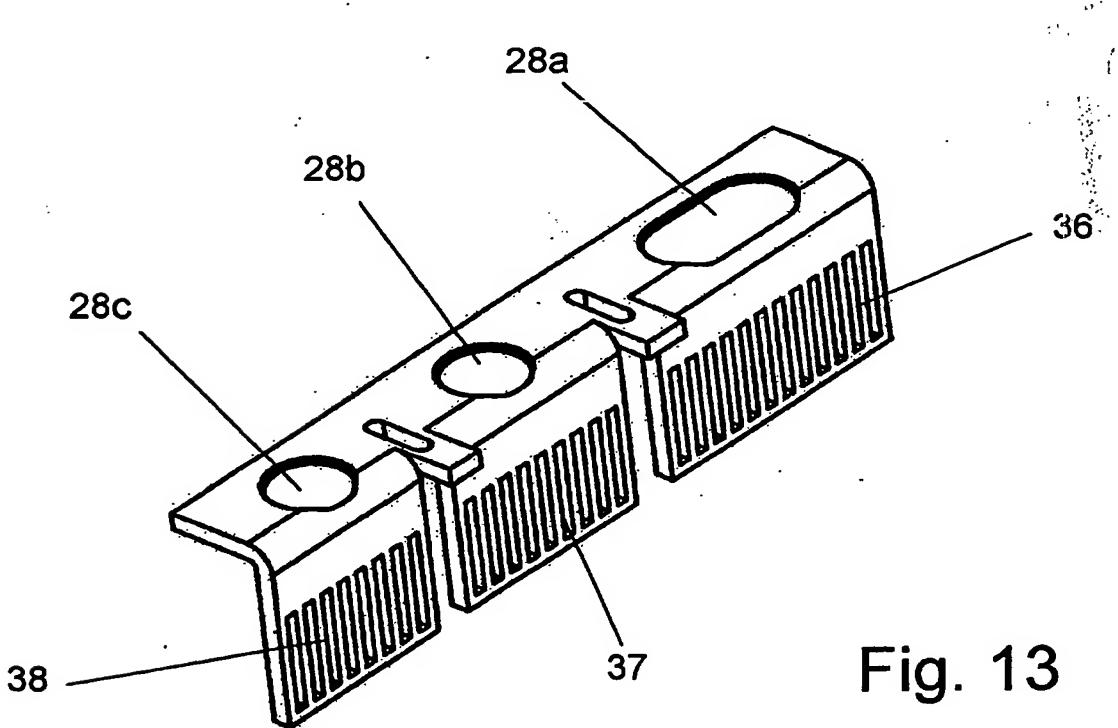
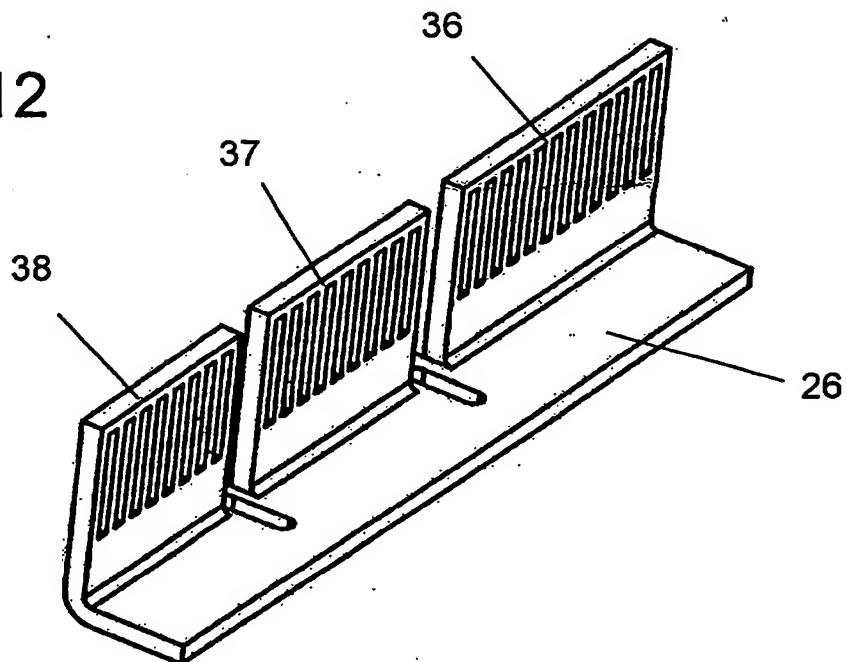


Fig. 13

